

Таблица 1. Влияние состава смеси на прочность «кирпичей»

Состав сухой смеси, %			Предел прочности при од- ноосном сжатии, МПа		Предел проч- ности при изгибе, МПа
ГП d<0,5 мм	песок	цемент	единичных	среднее	
80	0	20	1,4–1,7	1,5	1,4
60	20	20	1,2–1,3	1,3	1,6
40	40	20	1,6–1,6	1,6	1,4
20	60	20	2,2–2,5	2,4	1,9
0	80	20	3,1–3,2	3,2	1,4

(25 %), железо (4–5 %), калий, кальций, магний до 2 %, натрий и титан до 1 %.

Для получения композитных материалов на основе ГП использовалась следующая технология. Мелкую фракцию ГП (0,1–0,5 мм), песок и цемент взвешивали в определенных пропорциях и перемешивали. Затем смесь доводилась водой до густого кашеобразного состояния. После чего смесь переносилась в форму для застывания. Через 24 часа образцы извлекались из формы, 2 часа пропаривались в эксикаторе над теплой водой, затем 2 часа охлаждались. Застывшие образцы имели габариты 40×40×160 мм. Через 7 суток у образцов определяли предел прочности при изгибе и сжатии (ГОСТ 310.4-81). Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, наиболее прочные образцы получаются из смеси, содержание по-

роды в которых наименьшее. Снижение содержания цемента приводит к резкому уменьшению прочности «кирпичей». Невысокие прочностные характеристики «кирпичей» объясняются недостаточной выдержкой при сушке.

Таким образом, разработаны керамические изделия на основе минеральных отходов угледобычи Карагандинской области. Дана оценка их прочностным характеристикам. Установлено влияние состава и времени выдержки на прочность получаемых изделий.

Работа выполнена по программе № BR05236438 «Разработка научных основ наукоемких и ресурсосберегающих технологий получения материалов multifunctional назначения на основе природного, синтетического сырья и отходов углерепереработки».

Список литературы

1. Кузьмин М.П., Ларионов Л.М., Кондратьев В.В., Кузьмина М.Ю., Григорьев В.Г., Кузьмина А.С. // *Инженерно-строительный журнал*, 2017. – №8(76). – С.169–180.
2. Гамалий Е.А. // *Вестник ЮУрГУ. Сер. Строительство и архитектура*, 2008. – №25. – С.22–27.
3. Куликов В.А., Абдрахимов В.З., Ковков И.В. // *Башкирский химический журнал*, 2010. – №4. – С.82–84.
4. Гамалий Е.А., Боченин Б.В. // *Архитектура и строительство*, 2009. – №5. – С.570–574.
5. Баикатов Н.Н. *Минеральные воздушные вяжущие вещества: учеб. пособие.* – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 148 с.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЙ СИНТЕЗ КАРБИДА МОЛИБДЕНА

Ю.З. Васильева, П.Н. Кононенко, А.Я. Пак
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Я. Пак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, yzv1@tpu.ru

В последнее время карбиды переходных металлов все чаще привлекают всеобщее внимание благодаря их широкой распространённости, доступности, высокой стабильности и заметной

каталитической активности [1]. Среди них карбид молибдена занимает особую роль ввиду высокой электрокаталитической активности в реакциях получения водорода разложением воды

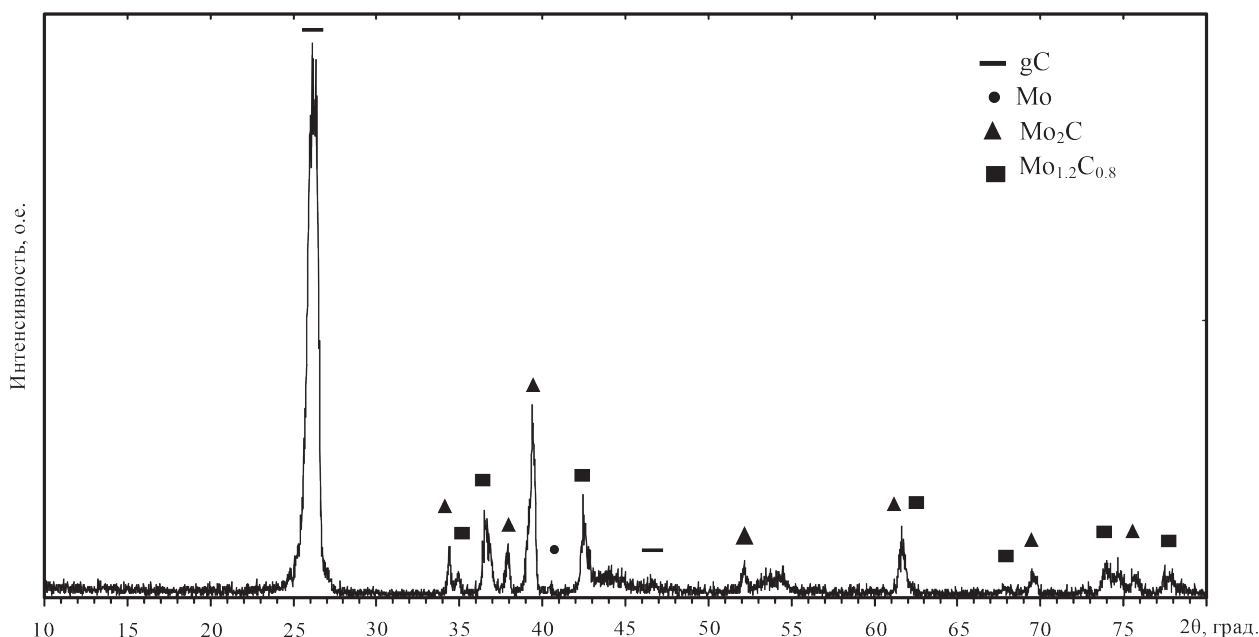


Рис. 1. Типичная дифрактограмма синтезированного продукта

(HER) в pH-универсальных средах [2]. Получение карбида молибдена возможно несколькими способами, в том числе лазерной абляцией [3], термической обработкой [4], механосинтезом [5] и др. В последние годы широкое распространение получил электроразрядный синтез при нормальных условиях [6].

В данной работе была предпринята попытка синтеза карбида молибдена, допированного азотом, плазмохимическим методом в воздушной атмосфере для получения электрокатализатора с наивысшей степенью активности.

Синтез серии образцов был произведен на плазмохимическом реакторе совмещенного типа. Основными элементами реактора являются графитовые электроды, подключенные к источнику постоянного тока с параметрами $I=165$ А и $U=60$ В. В качестве источника азота был использован меламина. Исходная порошковая смесь, состоящая из графита, молибдена и меламина, помещалась в один из электродов – катод. Разряд зажигался кратковременным соприкосновением электродов. Затем анод автоматически перемещался на расстояние ~ 1 мм от катода. Время отдельного эксперимента варьировалось от 5 до 20 с.

Полученные образцы были проанализированы методом рентгеновской дифрактометрии с помощью дифрактометра марки Shimadzu XRD 7000s ($\text{CuK}\alpha$, $\lambda=1,54060$ Å). Также был проведен качественный анализ с помощью базы данных PDF4+ и количественный анализ с использованием программного продукта Powder Cell 2.4.

По полученным данным (рис. 1) синтезированные образцы содержат две фазы карбида молибдена – Mo_2C и $\text{Mo}_{1,2}\text{C}_{0,8}$. При этом первой фазе соответствуют максимумы на $2\theta=34,57^\circ$, $37,86^\circ$, $39,53^\circ$, $52,22^\circ$ и $69,49^\circ$, относящиеся к плоскостям (021), (200), (121), (221) и (321), соответственно [ICDD N 04-016-3695]. Тогда как фазе $\text{Mo}_{1,2}\text{C}_{0,8}$ относятся дифракционные максимумы на $2\theta=35,03^\circ$, $36,69^\circ$, $39,21^\circ$, $42,57^\circ$ и $61,77^\circ$, соответствующие плоскостям (101), (102), (103), (104) и (110) [ICDD N 04-006-2272]. Главный максимум на рисунке 1 принадлежит исходному графиту с плоскостью (002) [ICDD N 04-015-2407]. Причем с увеличением времени синтеза пик становится шире и сдвигается в сторону меньших углов, что может косвенно указывать на изменение структуры за счет допирования атомами азота. Также на дифрактограмме прослеживаются рефлексы, соответствующие фазе молибдена [ICDD N 01-077-8340]. Стоит отметить, что при увеличении времени синтеза уменьшается доля исходного молибдена в конечном продукте.

Таким образом, в данной работе плазмохимическим методом при нормальных условиях был синтезирован карбид молибдена, а также выполнен рентгенофазовый анализ полученного продукта.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых (МК-633.2019.8).

Список литературы

1. Zhong Y., et al. // *Adv. Sci.* 2016. 3. 1500286.
2. Li J.S., et al. // *Nat. Commun.* 2016. 7. 11204.
3. Madrigal-Camacho M., et al. // *Diamond Relat. Mater.* 2018. 82. 63–69.
4. Xia K., et al. // *Chinese Chemical Letters.* 2019. 30. 192–196.
5. Baklanova O.N., et al. // *J. Alloys Compd.* 2017. 698. 1018–1027.
6. Arora N., et al. // *Diamond Relat. Mater.* 2014. 50. 135–150.

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ПОРООБРАЗОВАТЕЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМОЦИРКОНИЕВОЙ КЕРАМИКИ

Е.В. Ватлина, Д.А. Быстрицкая, Тан Ян, К.С. Камышная
Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.А. Хабас

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, habas@yandex.ru

В настоящий момент пористая фильтрующая керамика является одним из самых простых, дешевых и надежных материалов для очистки жидкостей и газов различной природы [1].

Хорошее сочетание физико-химических свойств керамики на основе оксидов Al_2O_3 и ZrO_2 , позволяет использовать готовый материал во многих сферах производства. Данные оксиды имеют высокую химическую стойкость, термостойкость и прочность [2].

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния фракционного состава органического порообразователя на характеристики алюмоциркониевой керамики.

Для получения объекта исследования в качестве исходных материалов были использованы: микронный порошок частично стабилизированного диоксида циркония 30 мас. % и микронный порошок оксида алюминия 70 мас. %; порообразо-

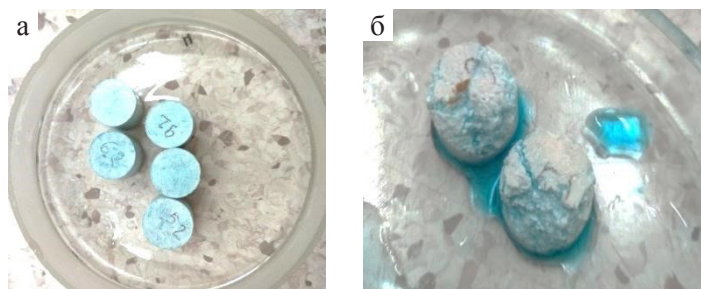


Рис. 1. Образцы после эксперимента на проницаемую пористость (а) и вид на открытые поры после эксперимента на проницаемую пористость предварительно разрушенных образцов (б)

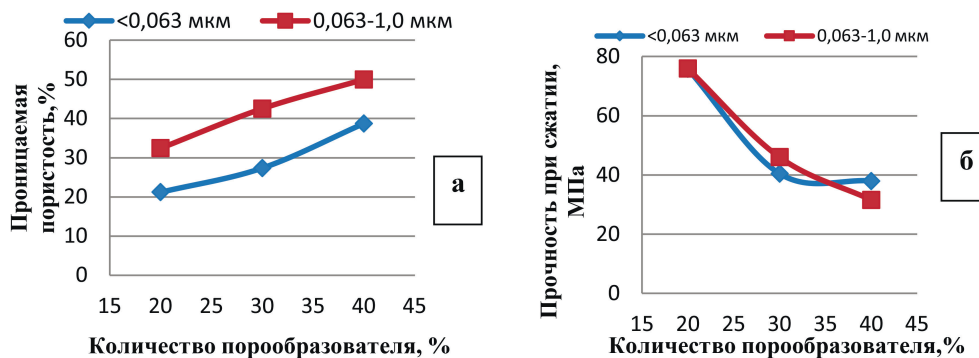


Рис. 2. Зависимость проницаемой пористой керамики (а) и предела прочности при сжатии от количества порообразователя различного фракционного состава (б)